

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 11-039728  
 (43) Date of publication of application : 12.02.1999

(51) Int. Cl. G11B 7/26  
 G11B 7/125

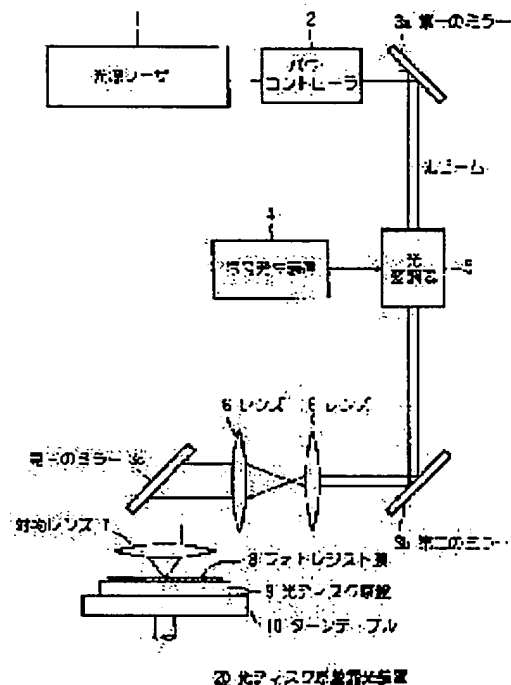
(21) Application number : 09-186706 (71) Applicant : SONY CORP  
 (22) Date of filing : 11.07.1997 (72) Inventor : YAMATSU HISAYUKI  
 TAKEDA MINORU  
 FURUKI MOTOHIRO

## (54) EXPOSURE RECORDING METHOD OF OPTICAL RECORDING MEDIUM

### (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To suppress the dispersion of resist sensitivity, etc., based on the time difference between exposure and heat treatment and to improve productivity by executing exposure recording at a large power density by using an objective lens which is large in numerical aperture and simultaneously executing an exposure stage and a heat treatment stage.

**SOLUTION:** The laser beam emitted from a light source laser 1 is modulated by the signal supplied from a signal generator 4 in an optical modulator 5 and the photoresist film 8 of an optical master disk 9 is irradiated with the objective lens 7. A fully solid-state laser consisting of a nonlinear optical crystal is used as the light source laser 1 and the laser beam of 300 nm wavelength is emitted. If the numerical aperture of the objective lens 7 is specified to  $\sim 0.85$ , the spot diameter condensed onto the photoresist film 8 is about  $4 \times 10^5$  cm. When the film is exposed at a linear speed of about 102 to 103 cm/s, power density of optical beams of  $\sim 1.0 \times 10^4$  W/cm<sup>2</sup> is obtd. The temp. of the exposed parts of the photoresist film 8 is raised to  $\sim 60^\circ$  C.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.01.2004  
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]  
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted]

registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998, 2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-39728

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月12日

(51) Int.Cl.<sup>°</sup>

G 1 1 B 7/26  
7/125

識別記号

5 0 1

F I

G 1 1 B 7/26  
7/125

5 0 1

C

審査請求 未請求 請求項の数8 OL (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-186708

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月11日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 山津 久行

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 武田 実

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 古木 基裕

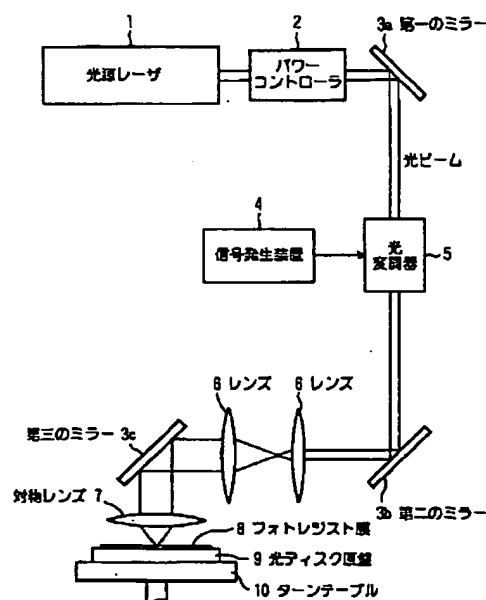
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(54) 【発明の名称】 光記録材料の露光記録方法

(57) 【要約】

【課題】 光リソグラフィーにおいて、光記録材料の露光工程後の熱処理工程の生産性を良好にするとともに、露光工程後の特性を安定化させる。

【解決手段】 光ディスク原盤露光装置20において、遠紫外線域の光源レーザ1と、開口数が0.85以上の対物レンズ7を用いて回折限界まで絞った光ビームのパワー密度を $1.0 \times 10^4 \text{ W/cm}^2$ 以上とし、光ディスク原盤9上のフォトリソ膜8を露光すると同時に熱処理する。



20 光ディスク原盤露光装置

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも対物レンズにより集光される光ビームを用いて、フォトレジスト膜を露光する露光工程と、

前記露光工程の後に、前記フォトレジスト膜の露光部を改質するための熱処理工程とを有する光記録材料の露光記録方法において、

前記フォトレジスト膜に集光する前記光ビームのパワー密度を $1.0 \times 10^4 \text{ W/cm}^2$ 以上とし、

前記露光工程と前記熱処理工程とを同時に行うことを特徴とする光記録材料の露光記録方法。

【請求項2】 前記対物レンズの開口数が0.85以上であることを特徴とする請求項1に記載の光記録材料の露光記録方法。

【請求項3】 前記光ビームの波長が300nm以下であることを特徴とする請求項1に記載の光記録材料の露光記録方法。

【請求項4】 前記光ビームの光源がエキシマレーザであることを特徴とする請求項1または請求項3に記載の光記録材料の露光記録方法。

【請求項5】 前記光ビームの光源が非線形光学結晶を用い、YAGレーザの4倍波を発生する全固体レーザであることを特徴とする請求項1または請求項3に記載の光記録材料の露光記録方法。

【請求項6】 前記フォトレジスト膜が化学増幅型のフォトレジスト膜であることを特徴とする請求項1に記載の光記録材料の露光記録方法。

【請求項7】 前記フォトレジスト膜は光ディスク原盤上に形成されることを特徴とする請求項1または請求項6に記載の光記録材料の露光記録方法。

【請求項8】 前記フォトレジスト膜は半導体基板上に形成されることを特徴とする請求項1または請求項6に記載の光記録材料の露光記録方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光記録材料の露光記録方法に関し、さらに詳しくは、光ビームを用いたフォトレジスト膜の露光記録方法に特徴を有する光記録材料の露光記録方法に関する。

【0002】

【従来の技術】光リソグラフィーの分野で、先導的な役割を果たしている半導体装置のパターンニングにおいては、益々高集積化が進み露光波長の短波長化が進んでいる。その結果、近年ではKrFやArF等のエキシマレーザによる遠紫外線露光記録が行われている。ところで、従来から可視光及び近紫外線域の露光記録には、いわゆるノボラック系のフォトレジスト膜が用いられていた。しかしながら、このノボラック系のフォトレジスト膜は、遠紫外線域において感度が著しく低下するため、これに代わって化学増幅型のフォトレジスト膜が近年使

用されるようになった。

【0003】この化学増幅型のフォトレジスト膜の代表的な例について、ポリビニルフェノールのOH基をトートキシカルボニル基で保護したポリマと、光酸発生剤(PAG)よりなる化学増幅型のフォトレジスト膜の光化学反応の様子を示した図3を参照して説明する。この化学増幅型のフォトレジスト膜はポリマと光酸発生剤よりなるが、光酸発生剤を露光して酸を発生させ、熱処理によりこの酸を熱拡散させてポリマの反応を引き起こし、現像液に対する溶解性を変化させてパターン形成を行うものである。この露光により発生した酸が、アルカリ不溶性のポリマを加熱条件下でアルカリ可溶性に改質させている。即ち、露光した部分が現像によって除去されるポジ型のレジスト膜となる。従って、化学増幅型のフォトレジスト膜を用いた場合は露光後の熱処理工程が不可欠であり、熱処理に関する多くの工数を必要としていた。

【0004】また、一般に、化学増幅型のフォトレジスト膜の感度は不安定で、ノボラック系のフォトレジスト膜と比較して取り扱いが難しいことが知られている。この原因の1つとして、露光後熱処理を行うまでの間に発生した酸が空気中のアンモニア等により失活してしまうことが挙げられる。この失活の度合いは、当然のことながら熱処理までの時間に依存する。従って半導体装置のパターンニングに限らず、遠紫外線光源を用いて化学増幅型のフォトレジスト膜に露光記録を行う場合、露光後熱処理を行うまでの間に厳しい時間管理が要求される。しかしながら、例えば光ディスク原盤の露光記録や光描画等、集光した光ビームにより逐次的に記録を行う場合には露光開始時間と終了時間に必然的に時間差が生じ、場合によりこの時間差は数時間にも及ぶため、露光後のレジスト膜の感度等によるパターンニング特性が開始時と終了時で大きく異なり、良好なパターンを形成することが困難であった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、遠紫外線域の光リソグラフィーにおいて、かかるフォトレジスト膜の露光工程後の熱処理工程の生産性を良好にするとともに、露光後のフォトレジスト膜の特性を安定化させることを課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の光記録材料の露光記録方法は、対物レンズにより集光される光ビームを介して化学増幅型等のフォトレジスト膜を露光する露光工程と、露光工程の後にフォトレジスト膜の露光部を改質するための熱処理工程とを有する光記録材料の露光記録方法において、光ビームのパワー密度を $1.0 \times 10^4 \text{ W/cm}^2$ 以上とし、露光工程と熱処理工程とを同時に行うことを特徴とする。また、対物レンズの開口数は0.85以上であるとともに、光ビームの光源は波長が

300nm以下であるエキシマレーザまたは非線形光学結晶を用い、YAGレーザの4倍波を発生する全固体レーザであることが望ましい。

【0007】上述した手段によれば、遠紫外線域の光源による光ビームを用いた光リソグラフィーにおいて、開口数が大である対物レンズを用いて回折限界まで絞り込んだ、大パワー密度を有する光ビームで化学増幅型のフォトリソ膜を露光することにより、露光工程と熱処理工程とを同時に行うことができる。これにより、露光後の熱処理工程が不要となる。また、露光後の熱処理が不要となることにより、露光から熱処理までの時間差に依存するバナーニング特性が良好になる。

【0008】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を示す一例について、図1を参照して説明する。図1は、遠紫外線レーザを光源とする光ディスク原盤露光記録装置の概略構成図である。光源レーザ1として、例えば非線形光学結晶により、YAGレーザの4倍波を発生する全固体レーザを用い、対物レンズ7は開口数を0.85以上とする。光源レーザ1により出射されたレーザビームは、例えば電気光学素子、偏光ビームスプリッタおよびフォトデテクタ等により構成されたパワーコントローラ2を透過し、第一のミラー3aにより光路を90度曲げられ、光変調器5に入射する。レーザビームは、光変調器5において、信号発生装置4から供給される信号により変調された後に、第二のミラー3bにより光路を90度曲げられる。そして、2枚以上のレンズ6で構成されるビームエキスパンダによって対物レンズ7の入射瞳径以上となるように拡大された後に、第三のミラー3cで光路を90度曲げられ対物レンズ7に入射され、大パワー密度でフォトリソ膜8に照射される。開口数0.85以上であるこの対物レンズ7は、第3のミラー3cと一体的に、フォトリソ膜8を塗布した光ディスク原盤9の半径方向に移動可能となっており、光ディスク原盤9をターンテーブル10上で回転させながら対物レンズ7を一定速度で移動することで、スパイラル状の露光記録が可能となっている。

【0009】光ディスク原盤9の露光記録においては、通常 $10^{-2} \sim 10^1 \text{ cm/sec}$ 程度の線速度で記録が行われる。例えば波長300nmの光源を用い、開口数0.85の対物レンズ7により集光された光ビームのスポット径は $4 \times 10^{-5} \text{ cm}$ 程度であるから、単位時間あたりの露光面積は、 $(4 \times 10^{-5} \text{ cm}) \times (10^2 \sim 10^1 \text{ cm/sec})$ と計算され、 $4 \times 10^{-3} \sim 4 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{sec}$ 程度になる。従って、一般に化学増幅型のフォトリソ膜8に遠紫外線露光記録を行う場合に必要とされる $10^{-2} \text{ J/cm}^2$ 程度の光エネルギー

密度を得る対物レンズ7出射後の記録遠紫外光のパワーは、 $(10^{-2} \text{ J/cm}^2) \times (4 \times 10^{-3} \sim 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{sec})$ と計算され、 $4 \times 10^{-5} \sim 4 \times 10^{-6} \text{ W}$ 程度となる。光ビームの面積が $10^{-9} \text{ cm}^2$ のオーダーであることを考慮すると、このとき記録遠紫外光のパワー密度は、 $(4 \times 10^{-5} \sim 4 \times 10^{-6}) / 10^{-9} \text{ W/cm}^2$ より、 $4 \times 10^4 \sim 4 \times 10^5 \text{ W/cm}^2$ であることがわかる。この値は、記録パワー密度が $10^{-1} \text{ W/cm}^2$ 程度である半導体装置の光リソグラフィーの場合のように静止したフォトリソ膜8を露光する場合と異なり $10^4 \text{ W/cm}^2$ 以上の大パワー密度を必要とすることを示している。フォトリソ膜8を形成した光ディスク原盤9を回転させて露光記録する場合において、これを実現するためには、例えば、波長が300nm以下の光ビームを用い、対物レンズ7の開口数を0.85以上とすることにより、フォトリソ膜8に集光するスポット部のパワー密度を $1 \times 10^4 \text{ W/cm}^2$ 以上にすることができる。従って、このようなパワー密度とすることにより、フォトリソ膜8を瞬時に数十～数百度に加熱することができる。

【0010】次に、一例として、化学増幅型のフォトリソ膜8を用いて光ディスク原盤9の露光記録を行った場合の温度分布の熱解析事例を以下に説明する。波長266nmの光ビームを開口数0.9の対物レンズ7で集光し、記録パワー $3.0 \times 10^{-4} \text{ W}$ 、記録線速度3.0m/secをもって、化学増幅型のフォトリソ膜8（例えば住友化学工業製：PEK405）を露光記録した場合の、記録ビット長手方向の温度分布について熱解析によるシミュレーションを行った。

【0011】この場合の光ビームのパワー密度は、光ビームのスポット径が、 $1.22 \times \text{波長} / \text{開口数}$ の関係式で表せることから $3.6 \times 10^{-5} \text{ cm}$ 程度であり、光ビームの面積は $10^{-9} \text{ cm}^2$ 程度となるので、記録パワー $3 \times 10^{-4} \text{ W}$ を光ビームのスポット面積で除した値は、ほぼ $3 \times 10^5 \text{ W/cm}^2$ 程度となる。

【0012】本計算は、340nsecのビット（露光部）と93nsecのランド（未露光部）が繰り返された場合について、新たにビットをもう一つ露光記録するときのものである。これは、トラックピッチ0.5μmの直径12cmの光ディスクにEFM変調により10GB容量の記録を行った場合の、11Tビットと3Tランドに相当する。本計算に用いた物理量は、[表1]に示すとおりである。この場合、空気層は熱の不導体として考えた。

【0013】

【表1】

5

6

|                                   | 光ディスク原盤<br>(ガラス) | 化学増幅型レジスト    |
|-----------------------------------|------------------|--------------|
| 比熱 ( $J/cm^2 \cdot K$ )           | 2.38             | 1.72         |
| 熱伝導率 ( $J/cm \cdot sec \cdot K$ ) | 0.0113           | 0.0115       |
| 屈折, 吸収率 ( $n, k$ )                | (1.6, 0.1)       | (1.7, 0.055) |

【0014】図2に示したものは、パルス露光記録時のトラック方向の温度分布のシミュレーション結果である。図2において、室温を25℃とした場合、フォトレジスト膜8露光部の温度は、最高60℃まで上昇することが判る。一般に、露光後の熱処理温度の最低値は50℃程度であることから、60℃以上まで昇温できれば、露光後の熱処理工程の代わりを十分に果たすことが可能である。

【0015】以上のように、開口数が0.85以上の対物レンズ7で、回折限界まで絞込んだ光ビームにより化学増幅型のフォトレジスト膜8の露光記録を行うことにより、露光工程と熱処理工程とが同時に進行し、露光後の熱処理工程が不要となることがシミュレーション結果からも判る。

【0016】以上、化学増幅型のフォトレジスト膜8が形成された光ディスク原盤9を用いて露光記録する事例を述べたが、本発明を半導体装置の光リソグラフィーに適用することができる。

【0017】

【発明の効果】本発明によれば、開口数が大である対物レンズを用いて回折限界まで絞込んだ、大パワー密度\*

\*を有する光ビームによりフォトレジスト膜の露光記録を行うことで、露光工程と熱処理工程とを同時に行えるので、従来同型のレジストによるフォトリソグラフィーでは必須とされていた露光後の熱処理工程を不要とすることができる。また、従来より問題とされていた露光から熱処理までの時間差によるレジスト感度のばらつき等によるパターンニング特性を良好にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の光ディスク原盤露光装置の概略構成図である。

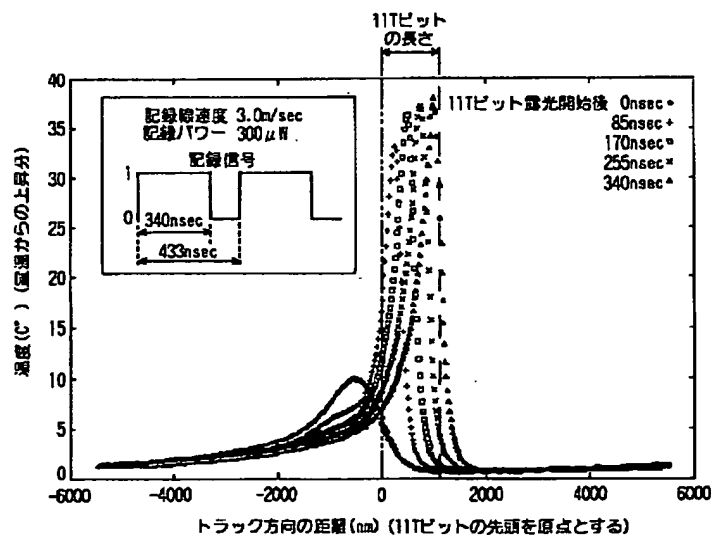
【図2】 本発明のパルス露光記録時のトラック方向の温度分布のシミュレーション結果である。

【図3】 化学増幅型のフォトレジスト膜の光化学反応を示す化学模式図である。

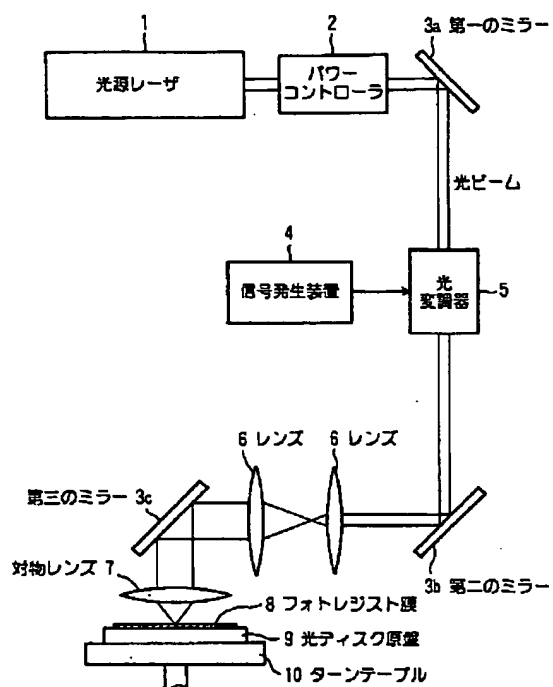
【符号の説明】

1…光源レーザ、2…パワーコントローラ、3a、3b、3c…ミラー、4…信号発生装置、5…光変調器、6…レンズ、7…対物レンズ、8…フォトレジスト膜、9…光ディスク原盤、10…ターンテーブル、20…光ディスク原盤露光装置

【図2】



【図1】



20 光ディスク原盤露光装置

【図3】

